

Е. В. Руденко, Г. Н. Бузук, Н. А. Кузьмичева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА АППРОКСИМАЦИИ ЗАВИСИМОСТЕЙ УРОЖАЙНОСТИ И ПРОЕКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ ЛАНДЫША МАЙСКОГО С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИЙ WEIBULL И АЛЛОМЕТРИЧЕСКОЙ

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет

В статье на примере 6 фитоценозов ландыша майского проводится сравнение двух функций, аппроксимирующих зависимость между фитомассой лекарственного растительного сырья и проективным покрытием. Обе функции показали удовлетворительную степень аппроксимации (от 0,72 до 0,99), но функция Weibull имеет преимущество перед аллометрической функцией как по качеству аппроксимации, так и по количеству предварительных измерений, поскольку фитомасса рассчитывается на основе одного показателя (проективного покрытия), а не двух (проективного покрытия и высоты растений).

*Ключевые слова: ландыш майский, *Convallaria majalis* L., проективное покрытие, фитомасса, функция Weibull, аллометрическая функция, программа ImageJ.*

ВВЕДЕНИЕ

Растительный покров, если его рассматривать в статичном плане, является трехмерным и характеризуется занимаемой площадью (проективное покрытие) и высотой. Его изменчивость во времени добавляет четвертую (временную) компоненту [1, 2]. В связи с этим является совершенно естественным постепенный переход при оценке продуктивности растительного покрова и его компонентов (видов) от двумерной характеристики (проективное покрытие) к трехмерной – фитообъему [3]. Наибольшее распространение оценка фитообъема получила при определении продуктивности древесных растений [4]. Предложены многочисленные регрессионные уравнения, связывающие объем стволов и выход древесины с их диаметром и высотой для различных видов древесных и регионов их произрастания [4–7]. Позже аналогичный подход был распространен на кустарники и травянистые растения [8–11].

Ранее нами при изучении связей продуктивности растений и проективного покрытия в целом ряде случаев был установлен нелинейный характер связей. Лучшая аппроксимация зависимостей между продуктивностью и проективным покрытием достигалась при использовании функции Weibull [12–13]. В свою очередь, при оценке продуктивности растений с использованием фитообъема (проективное покрытие (PP) × средняя высота (MS)) лучшей аппроксимирующей функцией была призна-

на аллометрическая [14].

В связи с этим представляло значительный интерес сравнить точность аппроксимации зависимостей при использовании функций Weibull и аллометрической, что и составило цель настоящей работы. В качестве модельного объекта был использован ландыш майский (*Convallaria majalis* L.).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в природных популяциях ландыша майского в различных местообитаниях в окрестностях г. Витебска. Всего изучено 6 фитоценозов:

Березняк ландышевый вейниково-ортиевый (А);

Сосняк злаково-ландышевый (В);

Сосняк ландышевый папоротниково-горичниковый (С);

Сосняк с примесью дуба разнотравный (D);

Ельник ландышево-кисличный (Е);

Сосняк ландышево-кисличный (F).

В пределах пятен исследуемого вида на каждой пробной площади делали фото растительного покрова с высоты 0,4–0,5 м с помощью цифрового фотоаппарата (размер изображения 2800 × 2000 пикселей, около 2,8 Мб). Одновременно в том же месте на учетной площадке размером 48 × 35 см, отмеченной с помощью рамки, определяли среднюю высоту растений, а затем в пределах учетной площадки срезали все сырьевые части растения (листья) и взвешивали в сыром виде с точностью

до 0,01 г. Учетные площадки располагали систематически вдоль линии, проходящей от одного края пятна растений до другого края, через область максимальной плотности особей.

В условиях лаборатории на цифровое изображение растительного покрова подпрограммой Grid программы ImageJ (<http://rsbweb.nih.gov/ij>) накладывали сетку из точек в пределах рамки, ограничивающей площадку для срезки. После вызова подпрограммы Grid в появившемся меню устанавливали Grid Type (crosses), Color (blue или black) и Area per Point. Значение последнего рассчитывали по формуле (1):

$$(L \cdot S) / N, \quad (1)$$

где L и S – длина и ширина изображения соответственно, в пикселях; N – общее число меток на матрице изображения, 200. Тип сетки (Grid Type) и цвет (Color) выбирали наиболее контрастным для более точной локализации метки на цветном фоне изображения.

Затем с помощью подпрограммы Cell Counter программы ImageJ подсчитывали число меток, локализованных на поверхности исследуемого растения.

Проективное покрытие рассчитывали по формуле (2):

$$PP = (n / N) \cdot 100, \quad (2)$$

где PP – проективное покрытие, в %; n – число меток на поверхности исследуемого растения; N – общее число меток на матрице изображения.

Для аппроксимации зависимостей между проективным покрытием и урожайностью использовали функцию Weibull (3) [12–13] и аллометрическую функцию (4) [14]:

$$PP = a \cdot (1 - e^{-b \cdot m^c}), \quad (3)$$

$$m = a \cdot PP^b \cdot MS^c, \quad (4)$$

Качество аппроксимации оценивали по значению коэффициента детерминации (R^2) между фактическими данными фитомассы и вычисленными с помощью этих двух функций. В качестве расчетной вели-

чины в обоих случаях была масса сырья, а в качестве независимых переменных – проективное покрытие и высота растений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее было показано, что во всех без исключения местообитаниях ландыша майского наблюдается нелинейный характер зависимости между фитомассой и проективным покрытием. Степень зависимости проективного покрытия от фитомассы побегов ландыша майского в различных ассоциациях при использовании для аппроксимации функции Weibull варьирует в пределах от 0,73 до 0,99, что приближает статистическую зависимость к функциональной [13].

Степень аппроксимации расчетных данных к фактическим представлена графически на рисунках 1–6. Во всех случаях качество аппроксимации при использовании аллометрической функции было несколько ниже (от 0,72 до 0,95) несмотря на включение в состав регрессии дополнительной переменной – средней высоты растений на учетной площадке. Включение в состав регрессии дополнительных переменных, как правило, улучшает качество аппроксимации.

Наблюдается определенное различие в значениях асимптот (a) – максимального расчетного проективного покрытия, которое может иметь место в конкретном местообитании.

Как видно из данных таблицы, максимальное проективное покрытие изменяется в пределах от 83,5 до 104,7%. Превышение его значения более 100%, что невозможно по определению, вероятнее всего, является следствием статистической погрешности при определении проективного покрытия, фитомассы и расчетов уравнений регрессии.

Таким образом, качество аппроксимации при использовании в качестве модельной функции Weibull превосходит аллометрическую. Другим положительным моментом является использование только одной независимой переменной – проективного покрытия (PP), в то время как аппроксимации с помощью аллометрической регрессии используются две – проективное покрытие (PP) и средняя высота побегов (MS), что увеличивает трудоемкость и затраты времени.

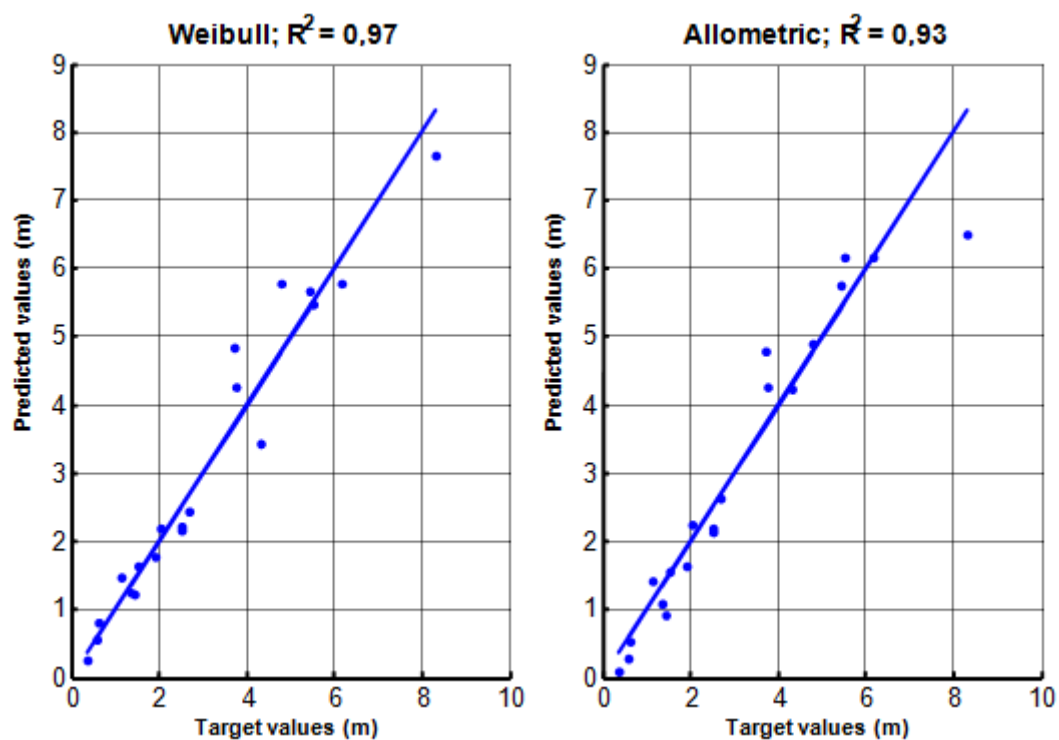


Рисунок 1 – Зависимость между расчетными и вычисленными данными фитомассы листьев ландыша майского, произрастающего в березняке ландышевом вейниково-ортилиевом (А)

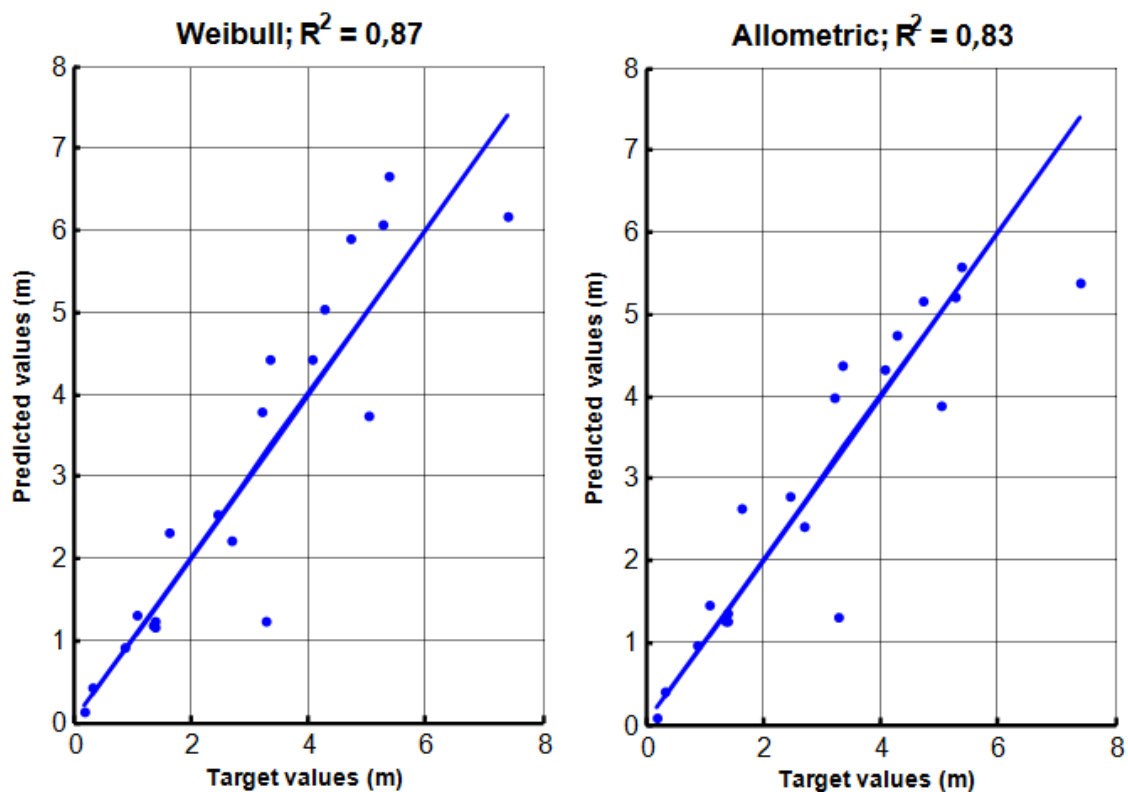


Рисунок 2 – Зависимость между расчетными и вычисленными данными фитомассы листьев ландыша майского, произрастающего в сосняке злаково-ландышевом (В)

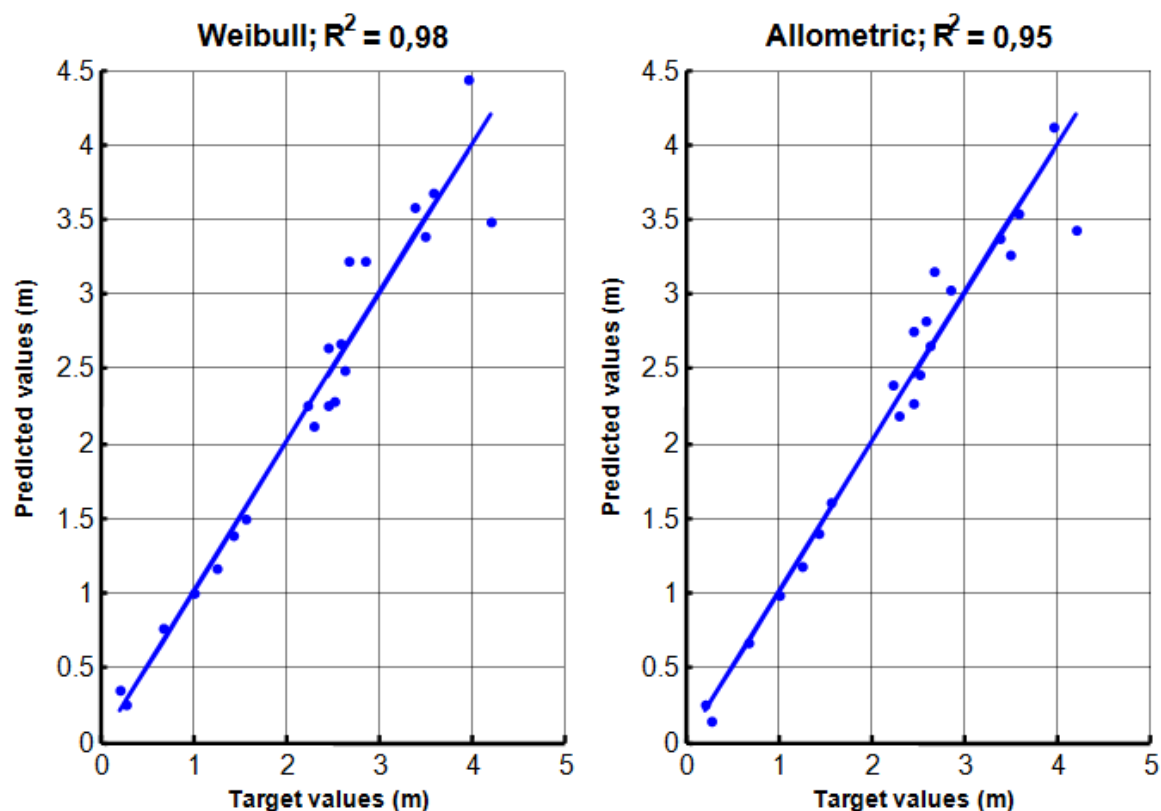


Рисунок 3 – Зависимость между расчетными и вычисленными данными фитомассы листьев ландыша майского, произрастающего в сосняке ландышевом папоротниково-горичниковом (С)

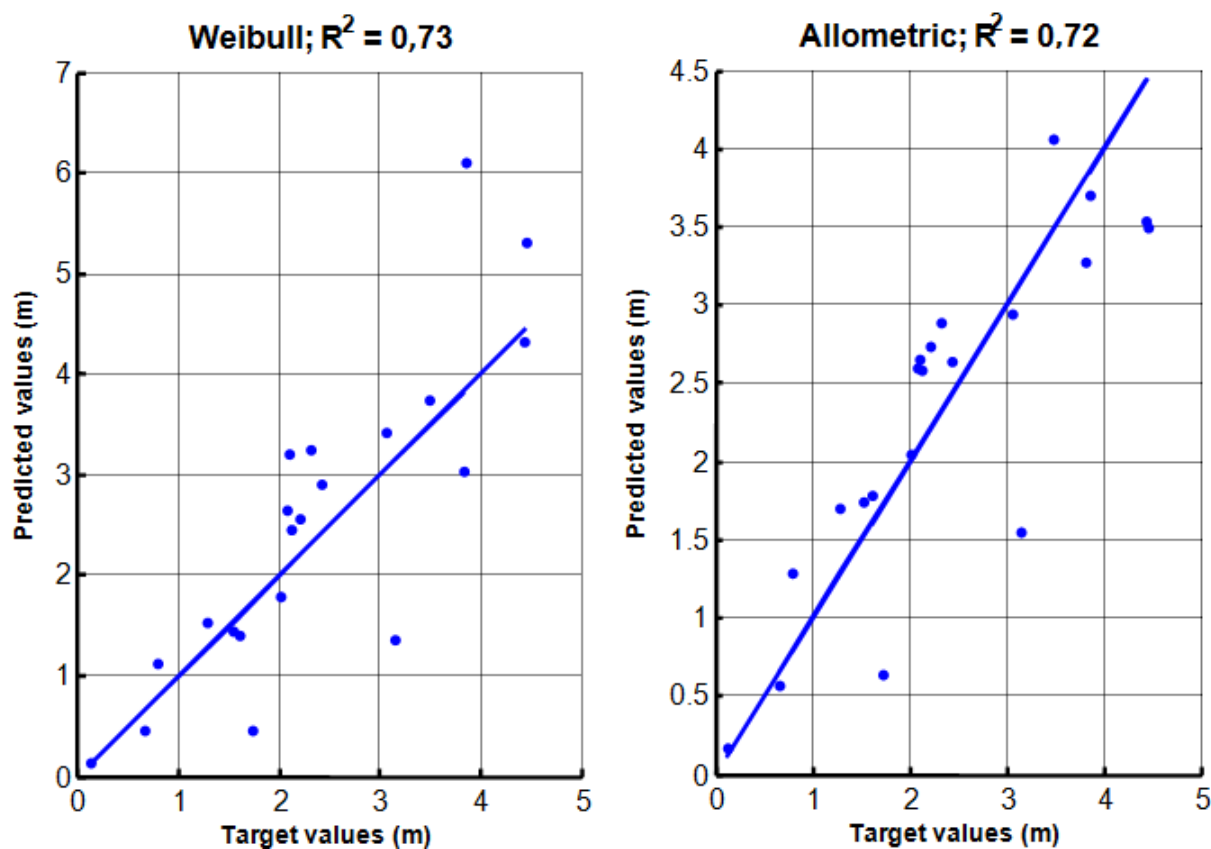


Рисунок 4 – Зависимость между расчетными и вычисленными данными фитомассы листьев ландыша майского, произрастающего в сосняке с примесью дуба разнотравном (D)

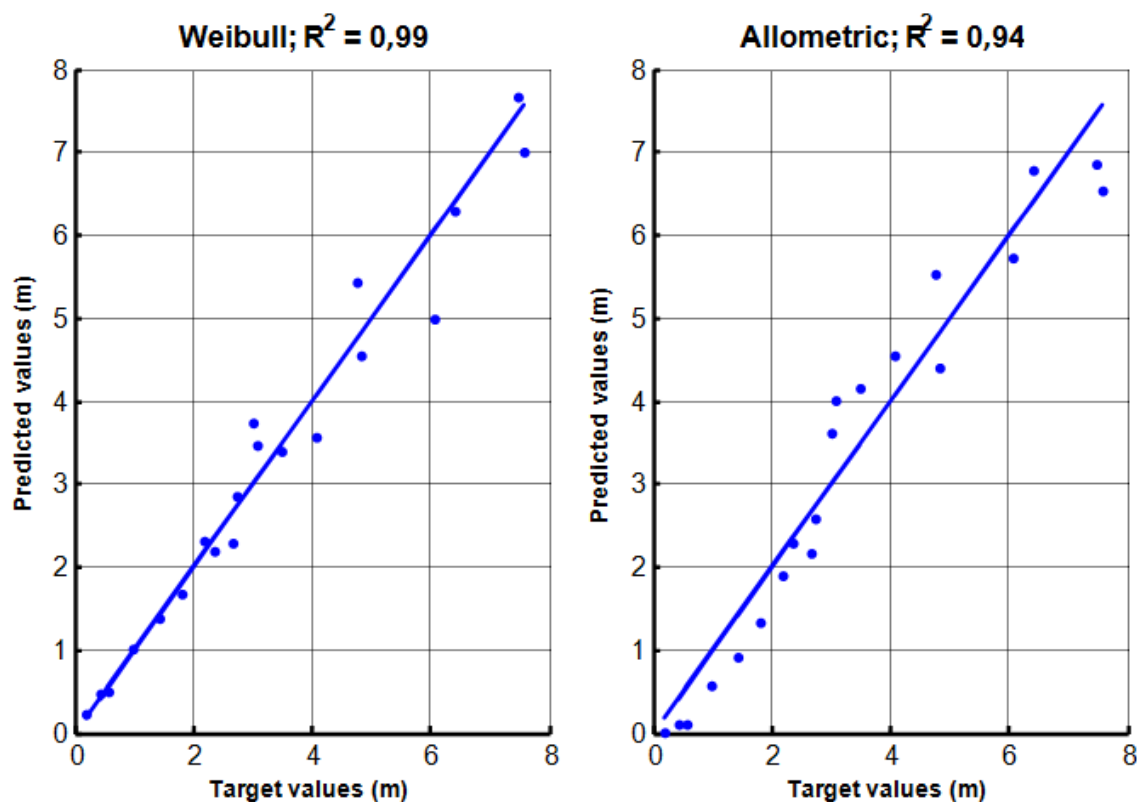


Рисунок 5 – Зависимость между расчетными и вычисленными данными фитомассы листьев ландыша майского, произрастающего в ельнике ландышево-кисличном (Е)

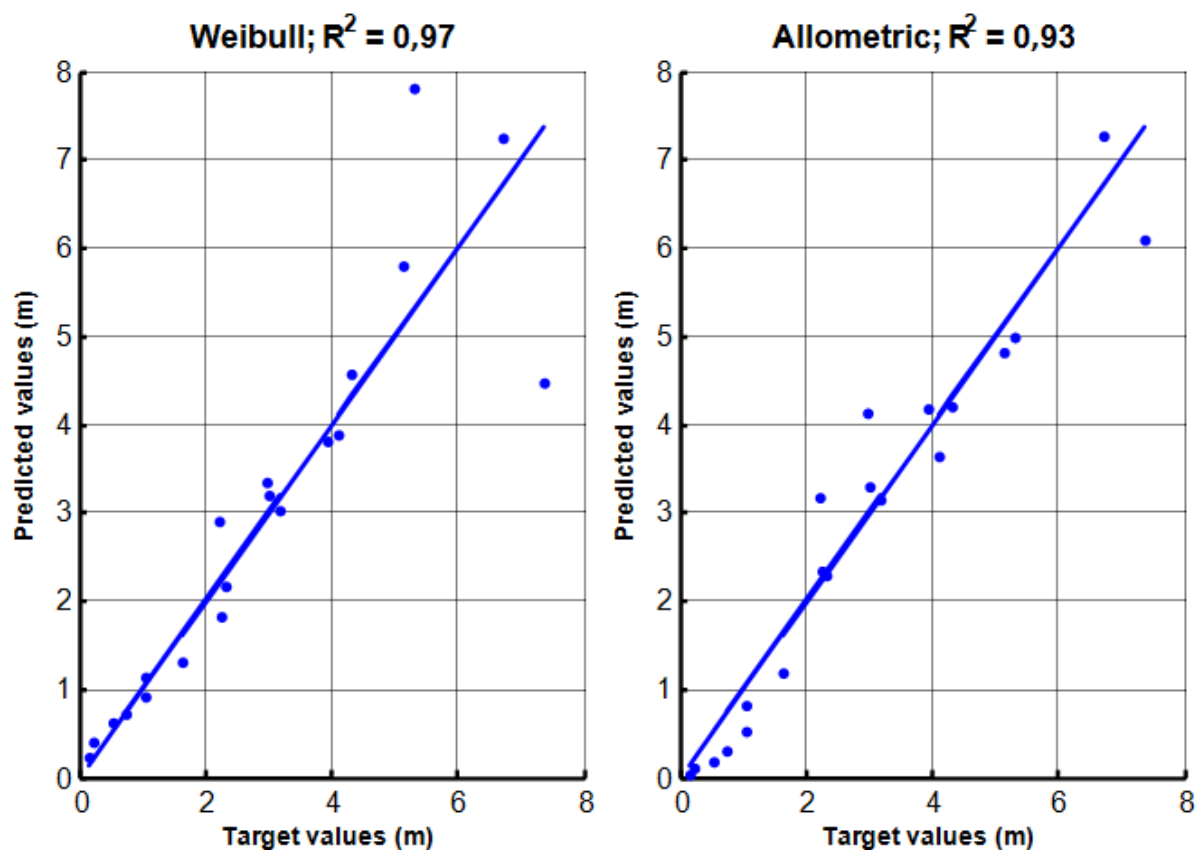


Рисунок 6 – Зависимость между расчетными и вычисленными данными фитомассы листьев ландыша майского, произрастающего в сосняке ландышево-кисличном (F)

Таблица – Значения коэффициентов функции Weibull и аллометрической для ландыша майского в различных местообитаниях

№ фито- ценозов	Функция Weibull				Аллометрическая функция			
	a	b	c	R ²	a	b	c	R ²
1	96,68354	0,347869	1,015849	0,96834	0,000413	1,600349	0,762646	0,929271
2	104,6782	0,246746	1,084979	0,870559	0,030571	1,213537	-0,08549	0,827009
3	101,9545	0,369991	1,093337	0,977032	0,003458	1,341176	0,34161	0,954627
4	83,49871	0,43799	1,093395	0,73482	0,005431	0,991591	0,705572	0,721998
5	91,22407	0,41887	1,155302	0,987142	4,01E-05	2,156186	0,673063	0,940624
6	89,6254	0,412186	1,192962	0,972722	4,36E-05	1,864109	1,068472	0,933791

Примечание: a, b, c – коэффициенты функции Weibull и аллометрической; R² – коэффициент детерминации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функция Weibull и аллометрическая функция могут быть применены для расчета фитомассы травы ландыша во всех изученных фитоценозах, однако функция Weibull превосходит аллометрическую как по качеству аппроксимации, так и по трудозатратам, поскольку не требует для расчетов дополнительного измерения высоты растений.

SUMMARY

E. V. Rudenko, G. N. Buzuk,
N. A. Kuzmichova
DETERMINATION OF DEGREE OF
APPROXIMATION OF DEPENDENCIES
BETWEEN PHYTOMASS AND
PROJECTIVE COVER OF *CONVALLARIA
MAJALIS* L. BY WEIBULL FUNCTION
AND ALLOMETRIC FUNCTION

The comparison of two functions approximating dependency between phytomass and projective cover of raw plant material was carried out on the example of six different phytocoenoses of lily of the valley (*Convallaria majalis* L.). Both functions show satisfactory degree of approximation (from 0,72 to 0,99), but Weibull function has an advantage to allometric function both in the quality of approximation and in quantity of preliminary measurements, because phytomass is calculated on the base of one parameter (projective cover) in comparison with two parameters (projective cover and height of plants).

Keywords: *Convallaria majalis* L., projective cover, phytomass, Weibull function, leaf allometric function, Imagej program.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миркин, Б. М. О растительных континуумах / Б. М. Миркин // Журн. общ. биологии. – 1990. – Т. 51, № 3. – С. 316–326.
2. Голуб, В. Б. Влияние фактора времени на результаты классификации растительности / В. Б. Голуб // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5. – С. 56–59.
3. Estimation of herbaceous biomass from species composition and cover / Axmanova I. [et al.] // Applied Vegetation Science &&. – 2012. – P. 1–10.
4. Miao, Z. Biomass estimates for major boreal forest species in west-central Canada / Z. Miao, C. Li // Nat. Resour. Can., Can. For. Serv., Can. Wood Fibre Cent., North. For. Cent., Edmonton. – 2007. – AB. Inf. Rep. FI-X-002. – 37 p.
5. Ter Mikaelian, M. Biomass equations for sixty-five North American tree species / M. Ter Mikaelian, M. D. Korzukhin // For. Ecol. Manage. – 1997. – V. 97. – P. 1–24.
6. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe / D. Zianis [et al.] // Silva Fennica Monographs. – 2006. – V. 4. – P. 1–63.
7. Zianis, D. On simplifying allometric analyses of forest biomass / D. Zianis, M. Mencuccini // Forest Ecology and Management, 2004. – V. 187. – №. 2. – P. 311–332.
8. Using cover measurements to estimate aboveground understorey biomass in Maritime pine stands / A. J. Porté [et al.] // Annals of Forest Science, 2009. – V. 66 (3). – P. 1–11.
9. Byrne, S. V. Relationship between volume and biomass of early successional vegetation and the prediction of Loblolly pine seedling growth / S. V. Byrne, T. R. Wentworth // Sci., 1988. – V. 34. – P. 939–947.
10. Phytovolume, phytomasse et relations structurales chez quelques arbustes méditer-

ranéens / D. Armand [et al.] // Ann. Sci. For., 1993. – V. 50. – P. 79–89.

11. Avaliacao indirecta da carga de combustivel em pinhal bravo / P. Fernandes [et al.] // Silva Lusitana, 2002. – V. 10. – P. 73–90.

12. Бузук, Г. Н. Применение функций роста и асимптотических функций при определении проективного покрытия и урожайности лекарственных растений / Г. Н. Бузук // Вестник фармации, 2014. – № 1. – С. 59–67.

13. Руденко, Е. В. Нелинейный характер зависимости между фитомассой и проективным покрытием ландыша майского в различных местообитаниях / Е. В. Руденко, Г. Н. Бузук, Н. А. Кузьмичева // Вестник фармации, 2016. – № 4. – С. 44–49.

14. Phytomass, litter and net primary production of herbaceous layer / Functioning and Management of European Beech Ecosystems // I. M. Schulze [et al.] – Springer Berlin Heidelberg, 2009. – С. 155–181.

Адрес для корреспонденции:

210023, Республика Беларусь,
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,
УО «Витебский государственный
ордена Дружбы народов
медицинский университет»,
кафедра фармакогнозии
с курсом ФПК и ПК,
тел. раб.: 8 (0212) 64-81-78,
buzuk@tut.by,
Бузук Г.Н.

Поступила 07.02.2017 г.

А. Д. Тесёлкина, Н. В. Корожан, Н. Э. Колчанова

АНТИМИКРОБНАЯ И ПРОТИВОГРИБКОВАЯ АКТИВНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЙ ИЗ ТРАВЫ ЦИКОРИЯ ОБЫКНОВЕННОГО

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет

*Объектами исследования являлись лекарственные формы травы цикория обыкновенного: настой и полученная методом мацерации с использованием спирта этилового 60% (об/об) настойка. Антимикробное и противогрибковое действие лекарственных форм изучено методом серийных разведений. Настой и настойка цикория обыкновенного не угнетали рост *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* и *Candida parapsilosis*. Ингибирующее действие изучаемых лекарственных форм было выявлено в отношении *Candida albicans* и *Candida kefyr*. Установлены значения минимальных ингибирующих концентраций (мкг/мл в пересчете на лютеолин-О-7-глюкозид), которые для настоя и настойки являются сопоставимыми.*

Ключевые слова: трава цикория обыкновенного, настой, настойка, антимикробная активность, противогрибковая активность.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений при изучении лекарственных растений является возможность их применения в комплексной терапии заболеваний наряду с другими лекарственными средствами для снижения или устранения побочных эффектов последних при длительном применении [1]. Особенно это актуально для снижения риска развития дисбиоза и возникновения патогенной микрофлоры, к числу которой относят ряд грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, а

также дрожжеподобные грибы рода *Candida*, на фоне приема некоторых лекарственных средств, таких как глюкокортикостероиды и цитостатики. Ввиду этого одним из приоритетных направлений развития фармацевтической отрасли является поиск новых видов лекарственного растительного сырья, обладающих антимикробным и противогрибковым эффектами [2].

Одним из перспективных растений для изучения и применения в медицине с такой целью является широко распространенный на территории страны цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.),